

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-221235

(43)Date of publication of application : 18.08.1995

(51)Int.Cl.

H01L 23/48

C22C 38/00

C22C 38/08

(21)Application number : 06-012452

(71)Applicant : SANKEN ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 04.02.1994

(72)Inventor : YOKOYAMA TAKAAKI

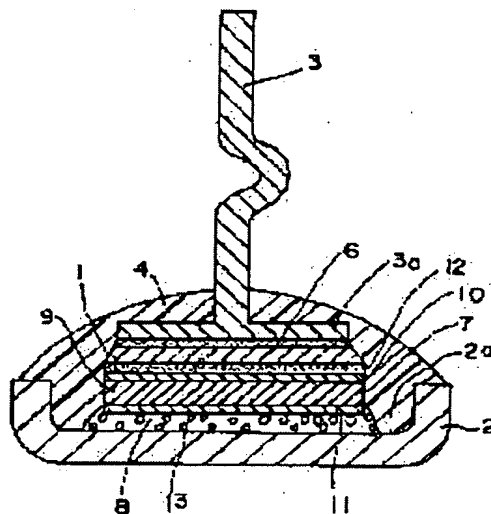
## (54) SEMICONDUCTOR DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To prevent deterioration of electric characteristics for a long term, under the severe environment where thermal shock is repeatedly applied many times, by setting the coefficient of linear expansion of metal lamination member to be approximate to that of a diode chip, in a range between that of a retaining electrode and that of the diode chip.

CONSTITUTION: A metal lamination member 7 arranged between the recessed part 2a of a retaining electrode 2 and a diode chip 1 has two copper layers 10, 11 and invar 9 between the copper layers. The invar 9 is composed of 32-42% Ni and residual Fe or 28-30% Ni, 54% Fe and residual Co. The coefficient of linear expansion of the metal lamination member 7 is in the range between that of the retaining electrode 2 and that of the diode chip 1, and more approximate to that of the diode chip 1 than to that of the retaining electrode 2.

The thickness of a first solder layer 8 for fixing the metal lamination member 7 to the retaining electrode 2 is greater than that of a second solder layer 12 interposing between the metal lamination member 7 and the diode chip 1, and 1.5-3 times are desirable.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3250635

[Date of registration]

16.11.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-221235

(43)公開日 平成7年(1995)8月18日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 23/48		F		
		V		
C 2 2 C 38/00	3 0 2	Z		
38/08				

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平6-12452

(22)出願日 平成6年(1994)2月4日

(71)出願人 000106276

サンケン電気株式会社

埼玉県新座市北野3丁目6番3号

(72)発明者 横山 隆昭

埼玉県新座市北野3丁目6番3号 サンケン電気株式会社内

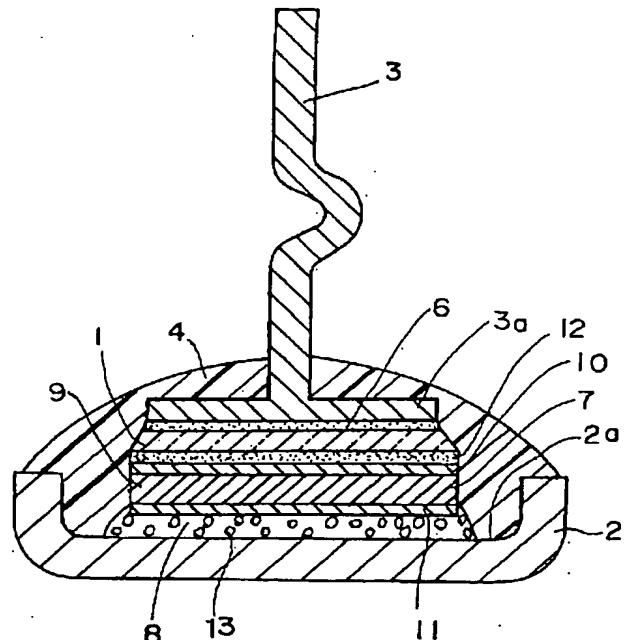
(74)代理人 弁理士 清水 敬一 (外1名)

(54)【発明の名称】 半導体装置

(57)【要約】

【目的】 熱衝撃が半導体装置に多数回反復して加わる厳しい環境中の半導体装置の電気的特性の低下を防止する。

【構成】 支持電極(2)の凹部(2a)とダイオードチップ(1)との間に銅-鉄合金-銅の三層構造を有する金属積層部材(7)が固着される。金属積層部材(7)の一方の主面は第1の半田層(8)によって支持電極(2)に固着され、金属積層部材(7)の他方の主面は第2の半田層(12)によってダイオードチップ(1)に固着される。鉄合金は32~42%Ni-残部Fe又は28~30%Ni-54%Fe-残部Coから成る。第1の半田層(8)の厚みは第2の半田層(12)の厚みよりも大きく、インバー(9)の厚みは隣接する1つの銅層の厚みの1.5~3倍である。金属積層部材(7)の線膨張係数は、支持電極(2)の線膨張係数とダイオードチップ(1)の線膨張係数の間であり且つダイオードチップ(1)の線膨張係数に近いので、ダイオードチップ(1)に加わる機械的応力を十分に緩和してチップ割れを防止することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 銅を主成分とする金属により形成されかつ凹部を有する支持電極と、リード電極と、前記支持電極の凹部の底部と前記リード電極との間に接続された半導体チップとを備え、前記支持電極の凹部と前記半導体チップとの間に銅-鉄合金-銅の三層構造を有する金属積層部材が固着され、前記金属積層部材の一方の主面は第1の半田層によって前記支持電極に固着され、前記金属積層部材の他方の主面は第2の半田層によって前記半導体チップに固着された半導体装置において、前記鉄合金は32～42%Ni-残部Fe又は28～30%Ni-54%Fe-残部Coから成り、前記金属積層部材の線膨張係数は前記支持電極の線膨張係数と前記半導体チップの線膨張係数との間の値であり且つ前記半導体チップの線膨張係数に近く、前記第1の半田層の厚みは前記第2の半田層の厚みよりも大きく且つ鉄合金の厚みは隣接する1つの銅層の厚みの1.5～3倍であることを特徴とする半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体装置、特に反復する熱衝撃が加えられる環境中でも長期間電気的特性が変化しない半導体装置に関連する。

## 【0002】

【従来の技術】 図2に示すように、銅製皿状の支持電極(2)とリード電極(3)のヘッダ部(3a)との間にダイオードチップ(半導体チップ)(1)を固着し、支持電極(2)内に充填した保護樹脂(4)によりダイオードチップ(1)とリード電極(3)のヘッダ(3a)側を封止した自動車交流発電機の出力用整流ダイオードは公知である。支持電極(2)は皿状に形成された凹部(2a)を有し、ダイオードチップ(1)は支持電極(2)の凹部(2a)内に固着される。ダイオードチップ(1)は放熱板(2)に対して半田(5)により固着され、リード電極(3)のヘッダ部(3a)に対して半田(6)により固着される。リード電極(3)は、ニッケルメッキの施された棒状の銅リードである。放熱板を兼ねる支持電極(2)は銅を主成分とする金属にニッケルメッキを施した金属板から構成されている。リード電極(3)のヘッダ部(3a)側及びダイオードチップ(1)は支持電極(2)内に充填されたシリコン樹脂から成る保護樹脂(4)によって被覆される。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、熱衝撃が多数回反復して加わる厳しい環境の下で図2の出力用整流ダイオードを使用すると、ダイオードチップ(1)の電気的特性が低下することが判明した。これは、ヒートサイクルが反復して出力用整流ダイオードに加えられると、ダイオードチップ(1)と支持電極(2)との線膨張係数差により、ダイオードチップ(1)に大きな機械的

な熱応力が加わるためと考えられる。

【0004】 例えば特公平3-22706号公報に示されるように、ダイオードチップ(1)と支持電極(2)との中間の線膨張係数を有する金属部材をダイオードチップ(1)と支持電極(2)との間に介在させて、ダイオードチップ(1)への熱応力を緩和する半導体装置は公知である。ダイオードチップ(1)と支持電極(2)との中間の線膨張係数を有する金属部材は、銅-インバー-銅の三層構造を備え、銅-インバー-銅の各厚みはほぼ等しい。しかしながら、前記金属部材を設ける耐熱応力構造でも電気的特性の低下が見られた。

【0005】 そこで、本発明は熱衝撃が多数回反復して加わる厳しい環境でも電気的特性が長期間低下しない半導体装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明による半導体装置は、銅を主成分とする金属により形成されかつ凹部を有する支持電極と、リード電極と、支持電極の凹部の底部とリード電極との間に接続された半導体チップとを備えている。支持電極の凹部と半導体チップとの間に銅-鉄合金-銅の三層構造を有する金属積層部材が固着される。金属積層部材の一方の主面は第1の半田層によって支持電極に固着され、金属積層部材の他方の主面は第2の半田層によって半導体チップに固着される。鉄合金は32～42%Ni-残部Fe又は28～30%Ni-54%Fe-残部Coからなる。この半導体装置の金属積層部材の線膨張係数は支持電極の線膨張係数と半導体チップの線膨張係数との間の値であり且つ半導体チップの線膨張係数に近い。第1の半田層の厚みは第2の半田層の厚みよりも大きく、且つ鉄合金の厚みは隣接する1つの銅層の厚みの1.5～3倍である。

## 【0007】

【作用】 金属積層部材の線膨張係数は、支持電極の線膨張係数と半導体チップの線膨張係数の間で且つ半導体チップの線膨張係数に近いので、半導体チップに加わる機械的応力を十分に緩和してチップ割れ及び半導体チップの特性劣化を防止することができる。また、金属積層部材を支持電極に固着する半田層の厚みが金属積層部材と半導体チップの間に介在する半田層の厚みよりも大きいので、半導体チップの線膨張係数に近い線膨張係数の金属積層部材と支持電極との間の線膨張係数差に起因して発生する応力を十分に緩和できるから、第1の半田層にクラックが生じない。

## 【0008】

【実施例】 以下、自動車交流発電機の出力整流ダイオードに適用した本発明による半導体装置の実施例を図1について説明する。図1では図2に示す箇所と同一の部分には同一の符号を付し、説明を省略する。

【0009】 支持電極(2)の凹部(2a)とダイオードチップ(1)との間に金属積層部材(7)が配置される。

金属積層部材 (7) は第 1 の銅層 (10)、第 2 の銅層 (11) 及び 2 つの銅層 (10) (11) の間に配置されたインバー (9) を有する。インバー (9) は 36%Ni-Fe から成る合金で、 $1.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  の線膨張係数を有する。インバーは 36%Ni-Fe の組成を有するが、本発明では、32~42%Ni-残部 Fe の範囲で実施可能である。金属積層部材 (7) の一方の主面は第 1 の半田層 (8) によって支持電極 (2) に固着され、金属積層部材 (7) の他方の主面は第 2 の半田層 (12) によってダイオードチップ (1) に固着されている。金属積層部材 (7) の線膨張係数は支持電極 (2) の線膨張係数とダイオードチップ (1) の線膨張係数との間の値を有する。第 1 の半田層 (8) の厚みは第 2 の半田層 (12) の厚みよりも大きく、インバー (9) の厚みは 2 つの銅層 (10) (11) の各々の厚みよりも大きい。金属積層部材 (7) の線膨張係数はダイオードチップ (1) の線膨張係数に近い。

【0010】図 1 に示す実施例では、金属積層部材 (7) のインバー (9) は、銅より線膨張係数が小さい。第 1 の銅層 (10)、インバー (9) 及び第 2 の銅層 (11) の厚み比は 1:2:1 で、金属積層部材 (7) の厚みは約  $200 \mu\text{m}$  であるから、第 1 の銅層 (10)、インバー (9) 及び第 2 の銅層 (11) の厚みは、 $50 \mu\text{m}$ 、 $100 \mu\text{m}$  及び  $50 \mu\text{m}$  である。

【0011】第 1 の半田層 (8) は平均粒径約  $50 \mu\text{m}$  のニッケル粒 (13) を含有する。粉末状のニッケル粒 (13) を混合すると、第 1 の半田層 (8) は約  $70 \mu\text{m}$  の厚みを確保できる。ニッケル粒 (13) を含有させないと、第 1 の半田層 (8) を安定して厚く形成することが困難である。各部の線膨張係数はそれぞれ支持電極 (2) (銅):  $16.8 \times 10^{-6}$ 、ダイオードチップ (1):  $4.2 \times 10^{-6}$ 、金属積層部材 (7) (Cu-インバー-Cu=1:2:1):  $9.63 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  である。

【0012】金属積層部材 (7) の第 1 の銅層 (10) とシリコンダイオードチップ (1) とを固着する第 2 の半田層 (12) は、ニッケル粒を含有せず、第 1 の半田層 (8) よりも薄い約  $50 \mu\text{m}$  の厚さで形成される。ダイオードチップ (1) とリード電極 (3) のヘッダ部 (3a) とを固着する半田層 (6) の厚みは約  $150 \mu\text{m}$  である。第 2 の半田層 (12) にニッケル粒 (13) より小さい径のニッケル粒を含有させてもよい。但し、その厚みは第 1 の半田層 (8) の厚みより小さい。また、半田層 (6) にもニッケル粒を含有させてもよい。

【0013】金属積層部材 (7) の線膨張係数は、支持電極 (2) の線膨張係数とダイオードチップ (1) の線膨張係数の間で且つ支持電極 (2) の線膨張係数よりもダイオードチップ (1) の線膨張係数に近い約  $9.63 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  の線膨張係数を有するので、ダイオードチップ (1) に加わる機械的応力を十分に緩和してダイオード

チップ (1) の電気的特性の劣化を防止できる。また、金属積層部材 (7) を支持電極 (2) に固着する第 1 の半田層 (8) の厚みが金属積層部材 (7) とダイオードチップ (1) の間に介在する第 2 の半田層 (12) の厚みよりも大きいので、ダイオードチップ (1) の線膨張係数に近い線膨張係数の金属積層部材 (7) と支持電極 (2) との間の線膨張係数差に起因して発生する応力が十分に緩和されるから、第 1 の半田層 (8) にクラックが生じない。このため、熱伝導性が低下したり、電気抵抗が増加しない。

【0014】本発明の実施態様は前記の実施例に限定されず、変更が可能である。例えば、第 1 の半田層の厚みを安定して確保できるように、金属粒の粒径を  $40 \sim 100 \mu\text{m}$  の範囲にするのが望ましい。インバーの代わりに、 $5.1 \times 10^{-6}$  の線膨張係数を有するコバルト (Fe-29%Ni-17%Co) 又は 54%Fe-28~30%Ni-残部 Co 合金を使用してもよい。インバーは両側の銅層に対して 1.5~3 倍の厚さを有してもよい。金属粒はニッケル以外、例えば、銅でもよい。第 1 の半田層 (8) の厚みは、金属積層部材 (7) の厚みの  $1/3$  以上、1 以下で、 $50 \sim 100 \mu\text{m}$  の範囲に設定するのがよい。

【0015】また、第 1 の半田層 (8) と第 2 の半田層 (12) との厚み比は、支持電極 (2) と金属積層部材 (7) の線膨張係数差と、金属積層部材 (7) とダイオードチップ (1) の線膨張係数差との比に近似させて設定することが望ましい。即ち、半導体チップ (1)、金属積層部材 (7) 及び支持電極 (2) の線膨張係数はそれぞれ  $4.2 \times 10^{-6}$ 、 $9.63 \times 10^{-6}$ 、 $16.8 \times 10^{-6}$  であり、支持電極 (2) と金属積層部材 (7) の線膨張係数差  $7.2 \times 10^{-6}$  と、金属積層部材 (7) とダイオードチップ (1) の線膨張係数差  $5.4 \times 10^{-6}$  との比率にほぼ合致して、第 1 の半田層 (8) と第 2 の半田層 (12) の厚み比は、7:5 に設定することが望ましい。

【0016】支持電極 (2) の底面の 3 カ所以上に突起を設けて、第 1 の半田層 (8) の厚みをかせぐようにしてもよい。図 1 ではダイオードチップ (1) と支持電極 (2) との間に金属積層部材 (7) を固着する例を示したが、半導体チップとリード電極 (3) のヘッダ部 (3a) との間にも金属積層部材 (7) を固着してもよい。

【0017】

【発明の効果】本発明では、反復してヒートサイクルが加えられる厳しい環境でも電気的特性が長期間低下しない信頼性の高い半導体装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 自動車交流発電機の出力整流ダイオードに適した本発明による半導体装置の実施例を示す断面図

【図 2】 従来の出力整流ダイオードの断面図

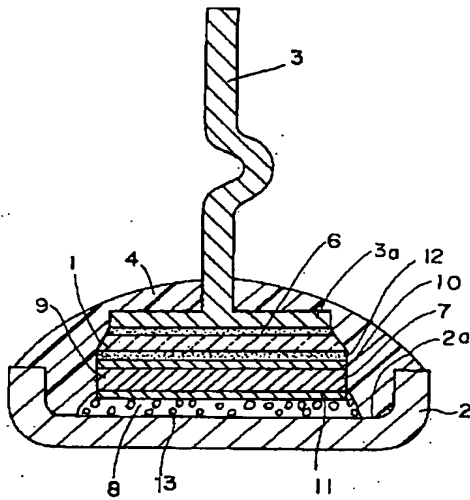
【符号の説明】

(1)・・・ダイオードチップ (半導体チップ)、(2)

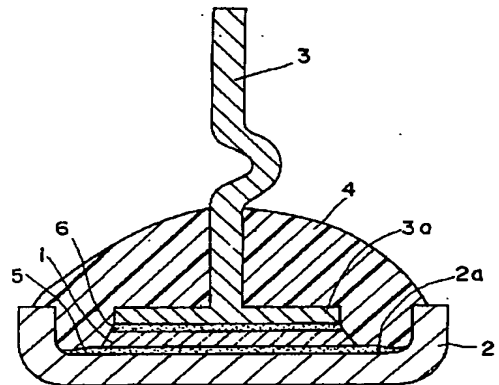
・・・支持電極、(2a)・・・凹部、(3)・・・リード電極、(7)・・・金属積層部材、(8)・・・第1の半田層、(9)・・・インバー、(10)・・・第1の銅

層、(11)・・・第2の銅層、(12)・・・第2の半田層、

【図1】



【図2】



【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 13 年 4 月 6 日 (2001. 4. 6)

【公開番号】特開平 7 - 2 2 1 2 3 5

【公開日】平成 7 年 8 月 18 日 (1995. 8. 18)

【年通号数】公開特許公報 7 - 2 2 1 3

【出願番号】特願平 6 - 1 2 4 5 2

【国際特許分類第 7 版】

H01L 23/48

C22C 38/00 302

38/08

【F I】

H01L 23/48

F

V

C22C 38/00 302 Z

38/08

【手続補正書】

【提出日】平成 12 年 3 月 22 日 (2000. 3. 22)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】

【作用】金属積層部材の線膨張係数は、支持電極の線膨張係数と半導体チップの線膨張係数の間で且つ半導体チ

ップの線膨張係数に近いので、半導体チップに加わる機械的応力を十分に緩和してチップ割れ及び半導体チップの特性劣化を防止することができる。また、金属積層部材を支持電極に固着する第 1 の半田層の厚みが金属積層部材と半導体チップの間に介在する第 2 の半田層の厚みよりも大きいので、半導体チップの線膨張係数に近い線膨張係数の金属積層部材と支持電極との間の線膨張係数差に起因して発生する応力を十分に緩和できるから、第 1 の半田層にクラックが生じない。